

JP 2018-72233 A 2018.5.10

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-72233

(P2018-72233A)

(43) 公開日 平成30年5月10日(2018.5.10)

(51) Int.Cl.

G 2 1 B 1/13 (2006.01)

F 1

G 2 1 B 1/00

N

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2016-214206 (P2016-214206)
 (22) 出願日 平成28年11月1日(2016.11.1)

(71) 出願人 000006208
 三菱重工業株式会社
 東京都港区港南二丁目16番5号
 (71) 出願人 301032942
 国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構
 千葉県千葉市稲毛区穴川四丁目9番1号
 (74) 代理人 110002147
 特許業務法人酒井国際特許事務所
 (72) 発明者 鴻上 貴之
 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
 (72) 発明者 小田 泰嗣
 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内

最終頁に続く

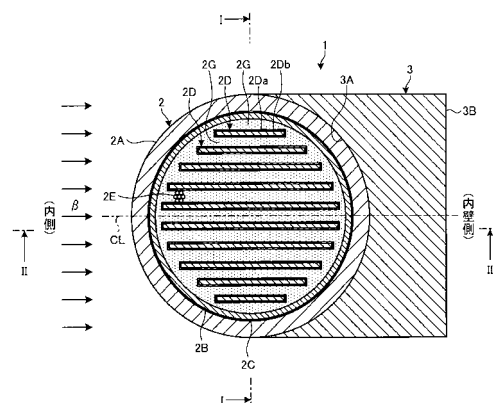
(54) 【発明の名称】 ブランケットモジュールおよび核融合装置

(57) 【要約】

【課題】トリチウム増殖比を向上し、かつ耐圧性能を向上する。

【解決手段】核融合装置における中空円環状の真空容器の内壁面に沿って複数並設されるブランケットモジュール1であって、円環状断面の筒形状に形成された筐体2と、筐体2の円弧状の外形に沿って取り付けられるバックプレート3と、を含み、バックプレート3が、筐体2の円弧状の外形に沿う円弧面3Aにより筐体2を半包围し、かつ、円弧面3Aを真空容器の真空側に向けるように、真空容器の内壁面側に設置される。

【選択図】図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

核融合装置における中空円環状の真空容器の内壁面に沿って複数並設されるブランケットモジュールであって、

円環状断面の筒形状に形成された筐体と、

前記筐体の円弧状の外形に沿って取り付けられるバックプレートと、

を含み、前記バックプレートが、前記筐体の円弧状の外形に沿う円弧面により前記筐体を半包围し、かつ、前記円弧面を前記真空容器の真空側に向けるように、前記真空容器の内壁面側に設置される、ブランケットモジュール。

【請求項 2】

トリチウム増殖材を内装し、平板状に形成されて前記筐体の内部にて板面間および前記筐体の内面との間に一定の間隔をおいて複数平行に並設されるトリチウム増殖部と、

前記板面間および前記板面と前記筐体の内面との間に配置される中性子増倍材からなる中性子増倍部と、

をさらに含み、前記トリチウム増殖部が前記筐体の内部で前記真空容器の真空空間から内壁面側に通じるように配置される、請求項 1 に記載のブランケットモジュール。

【請求項 3】

各前記トリチウム増殖部が前記筐体の円環状断面において、該円環状断面の直径を軸として線対称に配置される、請求項 2 に記載のブランケットモジュール。

【請求項 4】

前記中性子増倍部は、中性子増倍材が複数の粒状に形成されて前記筐体の内部であって各前記トリチウム増殖部の外側に配置される、請求項 2 または 3 に記載のブランケットモジュール。

【請求項 5】

前記中性子増倍部は、前記筐体の内形および各前記トリチウム増殖部の外形に沿うように中性子増倍材がブロック状に形成されて前記筐体の内部であって各前記トリチウム増殖部の外側に配置される、請求項 2 または 3 に記載のブランケットモジュール。

【請求項 6】

前記筐体における筒形状の延在方向を前記真空容器のトロイダル方向に沿って配置する、請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 つに記載のブランケットモジュール。

【請求項 7】

前記筐体における筒形状の延在方向を前記真空容器のポロイダル方向に沿って配置する、請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 つに記載のブランケットモジュール。

【請求項 8】

中空円環状の真空容器の内壁面に沿って、請求項 1 ～ 7 のいずれか 1 つに記載のブランケットモジュールが複数並設される、核融合装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、核融合装置に用いられるブランケットモジュールおよび核融合装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

核融合装置は、内部にプラズマが発生されるドーナツ型の真空容器を有し、当該真空容器の内壁面に、ブランケットモジュールが設けられている。ブランケットモジュールは、主に、プラズマから放射される中性子から燃料であるトリチウムを増殖させる機能と、真空容器の外部に中性子を漏らさない機能と、発生した熱エネルギーを発電に供する機能と、を有する。従来、ブランケットモジュールとして、例えば、特許文献 1 ～ 特許文献 10 に示すものがある。

【先行技術文献】

10

20

30

40

50

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2005-127960号公報

【特許文献2】特開2004-239807号公報

【特許文献3】特開2001-66389号公報

【特許文献4】特開2001-4767号公報

【特許文献5】特開2000-241578号公報

【特許文献6】特開平6-94866号公報

【特許文献7】特開平6-123788号公報

【特許文献8】特開平5-256969号公報

【特許文献9】特開平4-178594号公報

【特許文献10】特開平4-259891号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ブランケットモジュールでは、リチウム単体またはその化合物が核融合反応で発生した中性子との核反応によりトリチウムを生成する。一方、プラズマ内の核融合反応ではトリチウムが消費される。そして、生成されるトリチウムの数と消費されるトリチウムの数との比をトリチウム増殖比といい、1より大きいことが要求される。このトリチウム増殖比が大きいほど燃料として貴重なトリチウムを増殖するとともに、リチウムの核分裂反応により生成するエネルギーで多少発電に寄与する。

【0005】

また、ブランケットモジュールでは、熱エネルギーを冷却水で取り出して発電に供すると共に温度上昇を抑制する。すなわち、冷却水を高温高压の蒸気として排出して当該蒸気によりタービンを回して発電する。この構成において、ブランケットモジュール内に蒸気が漏れた場合、ブランケットモジュールが圧力に耐えられず破損するおそれがある。

【0006】

本発明は上述した課題を解決するものであり、トリチウム増殖比を向上し、かつ耐圧性能を向上することのできるブランケットモジュールおよび核融合装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上述の目的を達成するために、本発明の一態様に係るブランケットモジュールは、核融合装置における中空円環状の真空容器の内壁面に沿って複数並設されるブランケットモジュールであって、円環状断面の筒形状に形成された筐体と、前記筐体の円弧状の外形に沿って取り付けられるバックプレートと、を含み、前記バックプレートが、前記筐体の円弧状の外形に沿う円弧面により前記筐体を半包围し、かつ、前記円弧面を前記真空容器の真空側に向けるように、前記真空容器の内壁面側に設置される。

【0008】

このブランケットモジュールによれば、バックプレートが、筐体の円弧状の外形に沿う円弧面により筐体を半包围し、かつ、円弧面を真空容器の真空側に向けるように、真空容器の内壁面側に設置されている。このため、筐体を通じた中性子がバックプレートにおいて筐体内のトリチウム増殖部の後部に筐体を半包围する形状の円弧面で効率的に反射して筐体の内部に集められやすくする。この結果、中性子とリチウムとの核反応が促進されるため、トリチウム増殖比を向上することができる。しかも、このブランケットモジュールによれば、筐体が円環状断面の筒形状に形成されている。この結果、万一、筐体の内部で冷却水の蒸気が漏洩した場合であっても、その圧力に耐えて破損することがないように耐圧性能を向上することができる。従って、このブランケットモジュールによれば、トリチウム増殖比を向上し、かつ耐圧性能を向上することができる。

【0009】

また、本発明の一態様に係るブランケットモジュールでは、トリチウム増殖材を内装し、平板状に形成されて前記筐体の内部にて板面間および前記筐体の内面との間に一定の間隔をおいて複数平行に並設されるトリチウム増殖部と、前記板面間および前記板面と前記筐体の内面との間に配置される中性子増倍材からなる中性子増倍部と、をさらに含み、前記トリチウム増殖部が前記筐体の内部で前記真空容器の真空空間から内壁面側に通じるように配置されることが好ましい。

【0010】

このブランケットモジュールによれば、トリチウム増殖部が筐体の内部で真空容器の真空空間から内壁面側に通じるように配置され、このトリチウム増殖部における板面間および板面と筐体の内面との間に中性子増倍部を配置することで、中性子が中性子増倍部で増倍/減速されてトリチウム増殖部に照射されつつトリチウムが生成されるため、トリチウム増殖比をより向上することができる。しかも、中性子が真空容器の真空空間から内壁面側のバックプレートに遮られることなく至ることから、バックプレートにおいて筐体内のトリチウム増殖部の後部に筐体を半包囲する形状の円弧面で効率的に筐体の内部に向けて反射し易くなり、中性子とトリチウムとの核反応がより促進されるため、トリチウム増殖比をより向上することができる。

10

【0011】

また、本発明の一態様に係るブランケットモジュールでは、各前記トリチウム増殖部が前記筐体の円環状断面において、該円環状断面の直径を軸として線対称に配置されることが構造的には好ましい。

20

【0012】

このブランケットモジュールによれば、各トリチウム増殖部が筐体の円環状断面において円環状断面の直径を軸として線対称に配置されているため、筐体の内部においてトリチウムの増殖分布を対称化することができ、トリチウムを筐体の内部においてムラ無く効率的に得ることができる。この結果、トリチウム増殖比をより向上することができる。しかも、このブランケットモジュールによれば、各トリチウム増殖部が筐体に対称に配置されているため、筐体の内部において中性子の運動エネルギー分布を対称化することができ、得られる熱エネルギーを筐体の内部において対称に得ることができ、構造的な負荷を軽減できる。この結果、熱エネルギーの回収効率を向上することができる。

30

【0013】

また、本発明の一態様に係るブランケットモジュールでは、前記中性子増倍部は、中性子増倍材が複数の粒状に形成されて前記筐体の内部であって各前記トリチウム増殖部の外側に配置されることが好ましい。

【0014】

このブランケットモジュールによれば、粒状の中性子増倍材からなる中性子増倍部を筐体の内部であって各トリチウム増殖部の外側に充填することで配置できるので筐体の組み立てを容易に行うことができる。

【0015】

また、本発明の一態様に係るブランケットモジュールでは、前記中性子増倍部は、前記筐体の内形および各前記トリチウム増殖部の外形に沿うように中性子増倍材がブロック状に形成されて前記筐体の内部であって各前記トリチウム増殖部の外側に配置されることが好ましい。

40

【0016】

このブランケットモジュールによれば、ブロック状の中性子増倍材からなる中性子増倍部を筐体の内形および各トリチウム増殖部の外形に沿うように設けることで、筐体の内部であって各トリチウム増殖部の外側において中性子増倍部を高密度で配置でき、これにより中性子の増倍率が向上して中性子とトリチウムとの核反応がより促進されるため、トリチウム増殖比をより向上することができる。

【0017】

また、本発明の一態様に係るブランケットモジュールでは、前記筐体における筒形状の

50

延在方向を前記真空容器のトロイダル方向に沿って配置することが好ましい。

【0018】

このブランケットモジュールによれば、トロイダル方向を含む螺旋状の磁力線に巻き付いて運動するプラズマの粒子に沿って筐体における筒形状の延在方向を合わせて配置することになるため、当該プラズマから放射される中性子を効率良く筐体内に照射させることができ、中性子トリチウムとの核反応がより促進されるため、トリチウム増殖比をより向上することができる。

【0019】

また、本発明の一態様に係るブランケットモジュールでは、前記筐体における筒形状の延在方向を前記真空容器のポロイダル方向に沿って配置することが好ましい。

10

【0020】

このブランケットモジュールによれば、ポロイダル方向を含む螺旋状の磁力線に巻き付いて運動するプラズマの粒子に沿って筐体における筒形状の延在方向を合わせて配置することになるため、当該プラズマから放射される中性子を効率良く筐体内に照射させることができ、中性子トリチウムとの核反応がより促進されるため、トリチウム増殖比をより向上することができる。

【0021】

上述の目的を達成するために、本発明の一態様に係る核融合装置は、中空円環状の真空容器の内壁面に沿って、上述したいずれか1つのブランケットモジュールが複数並設される。

20

【0022】

この核融合装置によれば、ブランケットモジュールのバックプレートが、筐体の円弧状の外形に沿う円弧面により筐体を半包围し、かつ、円弧面を真空容器の真空側に向けるように、真空容器の内壁面側に設置されている。このため、筐体を通じた中性子がバックプレートにおいて筐体内のトリチウム増殖部の後部に筐体を半包围する形状の円弧面で効率的に反射して筐体の内部に集められることになる。この結果、中性子トリチウムとの核反応が促進されるため、トリチウム増殖比を向上することができる。しかも、この核融合装置によれば、筐体が円環状断面の筒形状に形成されている。この結果、万一、筐体の内部で冷却水の蒸気が漏洩した場合であっても、その圧力に耐えて破損することがないように耐圧性能を向上することができる。従って、この核融合装置によれば、ブランケットモジュールによるトリチウム増殖比を向上し、かつ耐圧性能を向上することができ、発電性能および耐久性能を向上することができる。

30

【発明の効果】

【0023】

本発明によれば、トリチウム増殖比を向上し、かつ耐圧性能を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】図1は、本発明の実施形態に係る核融合装置の概略図である。

【図2】図2は、本発明の実施形態に係る核融合装置の真空容器の縦断面図である。

【図3】図3は、本発明の実施形態に係るブランケットモジュールの分解斜視図である。

40

【図4】図4は、本発明の実施形態に係るブランケットモジュールの横断面図である。

【図5】図5は、本発明の実施形態に係るブランケットモジュールの縦断面図（図4におけるI-I断面）である。

【図6】図6は、本発明の実施形態に係るブランケットモジュール縦断面図（図4におけるII-II断面）である。

【発明を実施するための形態】

【0025】

以下に、本発明に係る実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施形態によりこの発明が限定されるものではない。また、下記実施形態における構成要素には、当業者が置換可能かつ容易なもの、あるいは実質的に同一のものが含まれる。

50

【 0 0 2 6 】

図 1 は、本実施形態に係る核融合装置の概略図である。図 2 は、本実施形態に係る核融合装置の真空容器の縦断面図である。

【 0 0 2 7 】

本実施例の核融合装置は、トカマク型核融合装置の例（磁場閉じ込めのトカマクのみでなく S T / F R C / R F P 等や慣性核融合などの D T 核融合装置への適用も含む）であり、図 1 に示すように、円環形状（ドーナツ形状）をなす真空容器 1 1 が中心部に配置されている。また、核融合装置は、真空容器 1 1 の外側に、円環形状の中央の穴を通過して廻るトロイダル方向に沿ってトロイダル磁場コイル 1 2 が配置されている。トロイダル磁場コイル 1 2 は、トロイダル方向に沿ってトロイダル磁場を形成する。また、核融合装置は、真空容器 1 1 の外側に、円環形状の周方向に廻るポロイダル方向に沿ってポロイダル磁場コイル 1 3 が配置されている。ポロイダル磁場コイル 1 3 は、ポロイダル方向に沿ってポロイダル磁場を形成する。そして、真空容器 1 1 内の真空空間に高温のプラズマを発生させ、このプラズマをトロイダル磁場コイル 1 2 のトロイダル磁場およびポロイダル磁場コイル 1 3 のポロイダル磁場の合成により螺旋状の磁力線とする。プラズマの粒子は磁力線に巻きついて運動するため、この磁力線が真空容器 1 1 内を円環形状に周回して閉じていることで、プラズマ粒子は、真空容器 1 1 内をいつまでも回っていて外部への漏洩が防止される。

【 0 0 2 8 】

また、核融合装置は、図 2 に示すように、真空容器 1 1 の内壁面 1 1 a に沿ってブランケット 1 4 が設置されている。ブランケット 1 4 は、プラズマから放出される中性子が衝突することで熱エネルギーを発生させる。また、ブランケット 1 4 は、発生させた熱エネルギーにより冷却水を加熱する。また、ブランケット 1 4 は、真空容器 1 1 の内壁面 1 1 a 側を遮蔽して真空容器 1 1 の外部に中性子を漏らさないようにする。そして、核融合装置は、ブランケット 1 4 で加熱された冷却水を真空容器 1 1 の外部に取り出して得た蒸気を発電に用いる。

【 0 0 2 9 】

図 3 は、本実施形態に係るブランケットモジュールの分解斜視図である。図 4 は、本実施形態に係るブランケットモジュールの横断面図である。図 5 は、本実施形態に係るブランケットモジュールの縦断面図（図 4 における I - I 断面）である。図 6 は、本実施形態に係るブランケットモジュールの縦断面図（図 4 における I I - I I 断面：筐体の中心線 C L に沿う方向の断面）である。

【 0 0 3 0 】

上述したブランケット 1 4 は、図 3 ~ 図 6 に示すブランケットモジュール 1 が真空容器 1 1 の内壁面 1 1 a に沿って複数並設されることで構成される。

【 0 0 3 1 】

ブランケットモジュール 1 は、筐体 2 と、バックプレート 3 とを有する。

【 0 0 3 2 】

筐体 2 は、図 4 に示すように、円環状断面の筒形状に形成されている。ここで、円環状断面とは、図 4 に示すような真円だけでなく、図には明示しないが楕円や長円や卵形のような環状断面を含む。本実施形態の筐体 2 は、図 3 ~ 図 6 に示すように、外壁部 2 A と内壁部 2 B とで二重構造とされている。外壁部 2 A は、低放射化フェライト鋼により形成され、円環状断面の外壁本体 2 A a と、外壁本体 2 A a の延在方向の各端部を閉塞する蓋部材 2 A b と、を含む。外壁本体 2 A a の延在方向とは、図 3、図 5、図 6 に矢印にて示すように、円環状断面が連続する方向を意味する。内壁部 2 B は、リチウムにより形成されて外壁部 2 A の内貼りとして機能するもので、円環状断面の内壁本体 2 B a と、内壁本体 2 B a の延在方向の各端部を閉塞する蓋部材 2 B b と、を含む。内壁本体 2 B a の延在方向とは、図 3、図 5、図 6 に矢印にて示すように、円環状断面が連続する方向を意味する。外壁部 2 A と内壁部 2 B との間は、冷却水が流通する通路 2 C となる隙間が形成されている。

【 0 0 3 3 】

筐体 2 の内部であって、本実施形態における内壁部 2 B の内部には、トリチウム増殖部 2 D と、中性子増倍部 2 E と、が配置されている。

【 0 0 3 4 】

トリチウム増殖部 2 D は、平板状に形成されたケーシング 2 D a の中空内部に酸化リチウムのようにリチウムを含むセラミックであるトリチウム増殖材 2 D b が充填されて構成されている。トリチウム増殖部 2 D は、筐体 2 (内壁部 2 B) の内部にて板面間および筐体 2 (内壁部 2 B) の内面に一定の間隔 2 G をおいて複数並設されている。平板状のトリチウム増殖部 2 D は、図 4 および図 5 に示すように、延在方向 (矢印) に対して連続して形成されて、延在方向 (矢印) に対して交差する方向に複数並設されている。すなわち、間隔 2 G は、延在方向 (矢印) に対して交差する方向で平板状の複数のトリチウム増殖部 2 D により複数分割されつつ、延在方向 (矢印) に対して交差する方向および延在方向 (矢印) に連続して形成されている。また、図には明示しないが、間隔 2 G に冷却水が流通する配管が設けられている。

【 0 0 3 5 】

なお、図には明示しないが、平板状のトリチウム増殖部 2 D は、延在方向 (矢印) に対して交差する方向に連続して形成されて、延在方向 (矢印) に複数並設されていてもよい。この場合の間隔 2 G は、延在方向 (矢印) で平板状の複数のトリチウム増殖部 2 D により複数分割されつつ、延在方向 (矢印) に対して交差する方向に連続して形成される。

【 0 0 3 6 】

中性子増倍部 2 E は、ベリリウムなどの中性子増倍材により形成されている。中性子増倍部 2 E は、中性子増倍材が図 4 ~ 図 6 で一部拡大するように粒状 (ペブル状体) に形成され、粒状の複数の中性子増倍材が、上述した間隔 2 G に充填されることで、各トリチウム増殖部 2 D を筐体 2 (内壁部 2 B) の内部で支持するように筐体 2 (内壁部 2 B) の内部であって各トリチウム増殖部 2 D の外側に配置される。また、中性子増倍部 2 E は、中性子増倍材が筐体 2 (内壁部 2 B) の内形および各トリチウム増殖部 2 D の外形に沿うブロック状に形成されていてもよく、各トリチウム増殖部 2 D を筐体 2 (内壁部 2 B) の内部で支持するように筐体 2 (内壁部 2 B) の内部であって各トリチウム増殖部 2 D の外側に配置されている。

【 0 0 3 7 】

バックプレート 3 は、真空容器 1 1 の内壁面 1 1 a 側に沿って配置されて、筐体 2 を支持するものである。バックプレート 3 は、筐体 2 の外壁部 2 A と同様に低放射化フェライト鋼により形成されている。また、バックプレート 3 は、筐体 2 の円環形状断面がなす円弧状の外径に沿って筐体 2 を半包囲する円弧面 3 A を有しており、当該円弧面 3 A に沿って筐体 2 が取り付けられる。また、バックプレート 3 は、円弧面 3 A と相反する側に真空容器 1 1 の内壁面 1 1 a 側に向けて取り付けられる取付面 3 B が設けられている。従って、バックプレート 3 は、円弧面 3 A に筐体 2 を取り付けた状態で、当該円弧面 3 A を真空容器 1 1 の内側に向けるように真空容器 1 1 の内壁面 1 1 a 側に設置される。

【 0 0 3 8 】

このようなブランケットモジュール 1 は、真空容器 1 1 の内壁面 1 1 a に沿って複数並設されることで真空容器 1 1 の内壁面 1 1 a にブランケット 1 4 を形成する。具体的に、ブランケットモジュール 1 は、筐体 2 の延在方向 (矢印) を真空容器 1 1 のトロイダル方向に沿って連続して配置され、真空容器 1 1 のポロイダル方向に並設されることでブランケット 1 4 を形成する。また、ブランケットモジュール 1 は、筐体 2 の延在方向 (矢印) を真空容器 1 1 のポロイダル方向に沿って連続して配置され、真空容器 1 1 のトロイダル方向に並設されることでブランケット 1 4 を形成する。

【 0 0 3 9 】

そして、図 4 に示すように、真空容器 1 1 の内部において主に矢印 で示すように真空容器 1 1 の内側から内壁面 1 1 a 側に向けて中性子がプラズマから放射される。ブランケ

10

20

30

40

50

ットモジュール 1 は、この中性子が筐体 2 の内部に照射されトリチウムとの核反応によりトリチウムを生成する。生成されたトリチウムは、プラズマ中での核融合反応に消費される。また、中性子の持つ運動エネルギーはブランケットモジュール 1 内で熱エネルギーとなり発電に利用される。ここで、トリチウムを生成するにあたり、中性子増倍部 2 E において中性子がトリチウムと反応する前に中性子を増倍させることで、トリチウム増殖比の向上を図っている。

【0040】

本実施形態のブランケットモジュール 1 は、バックプレート 3 が円弧面 3 A を有して当該円弧面 3 A を真空容器 1 1 の内側に向けるように真空容器 1 1 の内壁面 1 1 a 側に設置されている。このため、筐体 2 を通過した中性子がバックプレート 3 の円弧面 3 A で反射して筐体 2 の内部に集められることになる。この結果、中性子とトリチウムとの核反応が促進されるため、トリチウム増殖比を向上することができる。しかも、本実施形態のブランケットモジュール 1 は、筐体 2 が円環状断面の筒形状に形成されている。この結果、万一、筐体 2 の内部で冷却水の蒸気が漏洩した場合であっても、その圧力に耐えて破損することがないように耐圧性能を向上することができる。従って、本実施形態のブランケットモジュール 1 によれば、トリチウム増殖比を向上し、かつ耐圧性能を向上することができる。

10

【0041】

なお、筐体 2 の円環状断面は、上述したように楕円や長円や卵形のような環状断面を含むが、円とすることで耐圧性能が周上で均等に得られ、かつ成形性が良い点で好ましい。

20

【0042】

また、本実施形態のブランケットモジュール 1 では、トリチウム増殖部 2 D が平板状に形成されて筐体 2 の内部にて板面間および筐体 2 の内面に間隔 2 G をおいて複数並設され、この間隔 2 G をなしているトリチウム増殖部 2 D の板面間および筐体 2 の内面との間に中性子増倍部 2 E が配置されており、トリチウム増殖部 2 D が筐体 2 の内部で真空容器 1 1 内の真空空間から内壁面 1 1 a 側に通じるように配置されることが好ましい。

【0043】

このブランケットモジュール 1 によれば、トリチウム増殖部 2 D が筐体 2 の内部で真空容器 1 1 の真空空間から内壁面 1 1 a 側に通じるように配置され、このトリチウム増殖部 2 D における板面間および板面と筐体 2 の内面との間に中性子増倍部 2 E を配置することで、中性子がトリチウム増殖部 2 D で増倍 / 減速されてトリチウム増殖部 2 D に照射されつつトリチウムが生成されるため、トリチウム増殖比をより向上することができる。しかも、中性子が真空容器 1 1 の真空空間から内壁面 1 1 a 側のバックプレート 3 に遮られることなく至ることから、バックプレート 3 において筐体 2 内のトリチウム増殖部の後部に筐体 2 を半包囲する形状の円弧面 3 A で筐体 2 の内部に向けて反射し易くなり、中性子とトリチウムとの核反応がより促進されるため、トリチウム増殖比をより向上することができる。

30

【0044】

また、本実施形態のブランケットモジュール 1 では、図 4 および図 5 に示すように、各トリチウム増殖部 2 D が延在方向（矢印）に筐体中央の円環状断面と対象に配置されることが好ましい。すなわち、各トリチウム増殖部 2 D が筐体 2 の円環状断面において、該円環状断面の直径（中心線 C L）を軸として線対称に配置されることが好ましい。図 4 および図 5 では、筐体 2 の円環状断面が円であり、その中心線 C L を基準に各トリチウム増殖部 2 D が形状および大きさを含み対称に配置されている。

40

【0045】

このブランケットモジュール 1 によれば、各トリチウム増殖部 2 D が筐体 2 の円環状断面において円環状断面の直径を軸として線対称に配置されているため、筐体 2 の内部においてトリチウムの増殖分布を対称化することができ、トリチウムを筐体 2 の内部においてムラ無く均等に得ることができる。この結果、トリチウム増殖比をより向上することができる。しかも、このブランケットモジュール 1 によれば、各トリチウム増殖部 2 D が筐体

50

2で対称に配置されているため、筐体2の内部において中性子の運動エネルギー分布を対称化することができ、得られる熱エネルギーを筐体2の内部においてムラ無く均等に得ることができる。この結果、熱エネルギーの回収効率を向上することができる。

【0046】

また、本実施形態のブランケットモジュール1では、中性子増倍部2Eは、中性子増倍材が複数の粒状に形成されて筐体2の内部であって各トリチウム増殖部2Dの外側に配置されることが好ましい。

【0047】

このブランケットモジュール1によれば、粒状の中性子増倍材からなる中性子増倍部2Eを筐体2の内部であって各トリチウム増殖部2Dの外側に充填することで配置できるので筐体2の組み立てを容易に行うことができる。

10

【0048】

また、本実施形態のブランケットモジュール1では、中性子増倍部2Eは、筐体2の内形および各トリチウム増殖部2Dの外形に沿うように中性子増倍材がブロック状に形成されて筐体2の内部であって各トリチウム増殖部2Dの外側に配置されることが好ましい。

【0049】

このブランケットモジュール1によれば、ブロック状の中性子増倍材からなる中性子増倍部2Eを筐体2の内形および各トリチウム増殖部2Dの外形に沿うように設けることで、筐体2の内部であって各トリチウム増殖部2Dの外側において中性子増倍部2Eを高密度で配置でき、これにより中性子の増倍率が向上して中性子とトリチウムとの核反応がより促進されるため、トリチウム増殖比をより向上することができる。

20

【0050】

また、本実施形態のブランケットモジュール1では、筐体2における筒形状の延在方向を真空容器11のトロイダル方向に沿って配置することが好ましい。

【0051】

このブランケットモジュール1によれば、トロイダル方向を含む螺旋状の磁力線に巻き付いて運動するプラズマの粒子に沿って筐体2における筒形状の延在方向を合わせて配置することになるため、当該プラズマから放射される中性子を効率良く筐体2内に照射させることができ、中性子とトリチウムとの核反応がより促進されるため、トリチウム増殖比をより向上することができる。

30

【0052】

また、本実施形態のブランケットモジュール1では、筐体2における筒形状の延在方向を真空容器11のポロイダル方向に沿って配置することが好ましい。

【0053】

このブランケットモジュール1によれば、ポロイダル方向を含む螺旋状の磁力線に巻き付いて運動するプラズマの粒子に沿って筐体2における筒形状の延在方向を合わせて配置することになるため、当該プラズマから放射される中性子を効率良く筐体2内に照射させることができ、中性子とトリチウムとの核反応がより促進されるため、トリチウム増殖比をより向上することができる。

【0054】

40

本実施形態の核融合装置は、中空円環状の真空容器11の内壁面11aに沿って、上述したブランケットモジュール1が複数並設される。

【0055】

この核融合装置によれば、ブランケットモジュール1のバックプレート3が円弧面3Aを有して当該円弧面3Aを真空容器11の内側に向けるように真空容器11の内壁面11a側に設置されている。このため、筐体2を通過した中性子がバックプレート3の円弧面3Aで反射して筐体2の内部に集められることになる。この結果、中性子とトリチウムとの核反応が促進されるため、トリチウム増殖比を向上することができる。しかも、本実施形態の核融合装置によれば、筐体2が円環状断面の筒形状に形成されている。この結果、万一、筐体2の内部で冷却水の蒸気が漏洩した場合であっても、その圧力に耐えて破損する

50

ことがないように耐圧性能を向上することができる。従って、本実施形態の核融合装置によれば、ブランケットモジュール1によるトリチウム増殖比を向上し、かつ耐圧性能を向上することができ、発電性能および耐久性能を向上することができる。

【符号の説明】

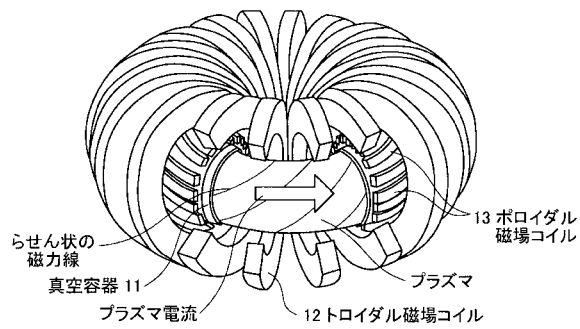
【0056】

- 1 ブランケットモジュール
- 2 筐体
- 2 A 外壁部
- 2 A a 外壁本体
- 2 A b 蓋部材
- 2 B 内壁部
- 2 B a 内壁本体
- 2 B b 蓋部材
- 2 C 通路
- 2 D トリチウム増殖部
- 2 D a ケーシング
- 2 D b トリチウム増殖材
- 2 E 中性子増倍部
- 2 G 間隔
- 3 バックプレート
- 3 A 円弧面
- 3 B 取付面
- 1 1 真空容器
- 1 1 a 内壁面
- 1 2 トロイダル磁場コイル
- 1 3 ポロイダル磁場コイル
- 1 4 ブランケット

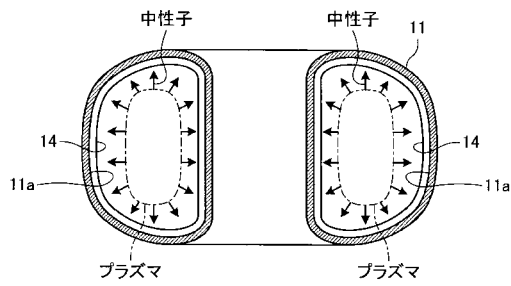
10

20

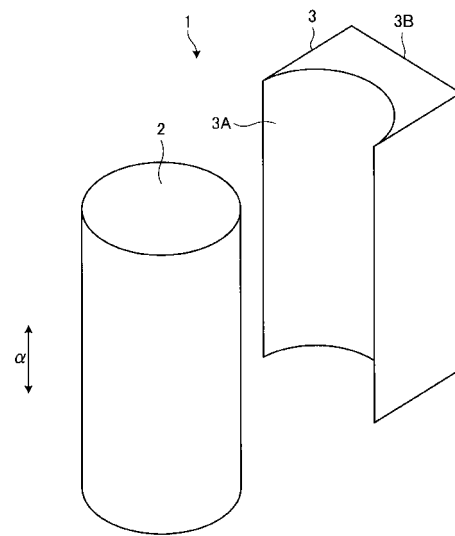
【図 1】



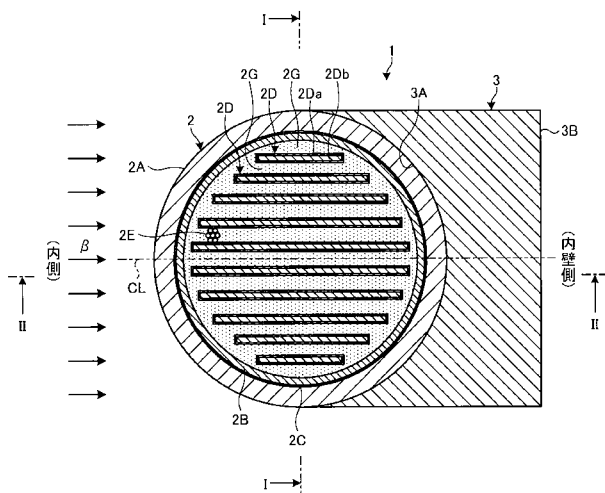
【図 2】



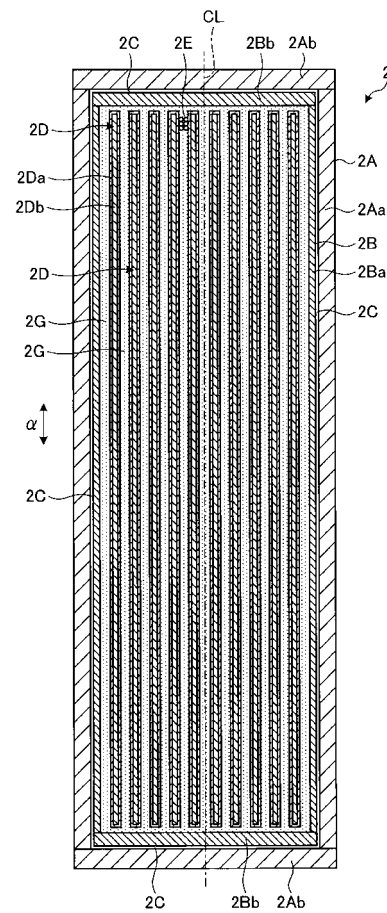
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

- (72)発明者 谷川 尚
茨城県那珂市向山 8 0 1 番地 1 国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構 那珂核融合研究所
内
- (72)発明者 権 暁星
茨城県那珂市向山 8 0 1 番地 1 国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構 那珂核融合研究所
内
- (72)発明者 河村 繕範
茨城県那珂市向山 8 0 1 番地 1 国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構 那珂核融合研究所
内